# ANALISIS KADAR GIZI TANAMAN KANGKUNG PADA MEDIA TERCEMAR KROMIUM MELALUI PENGATURAN KADAR MAGNESIUM

## Widya Sartika Sulistiani <sup>1</sup> Kartika Sari <sup>2</sup>

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Metro E-mail: widya.sulistiani@g mail.co m

Abstract: Heavy metals pollution cannot be avoided since there is an industrial and technological advancement. They have great potential to contaminate soil and water in the environment, while soil and water are the growth medium for food crops. This research aims to analyze nutrient content of kangkoong that are grown on chromium-contaminated media by magnesium controlling method. This research uses the experimental method by controlling magnesium on chromium-contaminated media for kangkoong. Based on the results of this study, the magnesium controlling method on chromium-contaminated media can affect protein, vitamin A, and vitamin C levels. The interaction between chromium contamination with magnesium controlling method only has a significant effect on protein level but no significant effect on vitamin A and vitamin C. This has been proven statistically with a two-way ANOVA test with a significance value < 0,05.

Kata kunci: kangkung, logam kromium, protein, vitamin A, vitamin C

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berdampak positif terhadap tercapainya pemenuhan kebutuhan bagi manusia. Di sisi lainnya, proses pemenuhan kebutuhan tersebut akan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan sekitar. Logam kromium merupakan bahan yang industri digunakan seperti pada petrokimia, peleburan baja, tinta, tekstil, perakitan mesin, elektroplating dan galvanis, cat, penyamakan kulit dan lain-lain sehingga akan menyisakan logam tersebut pada limbahnya. Limbah telah mengalami yang proses pengolahan biasanya akan dibuang ke lingkungan. Tanah dan air di sekitar pabrik akan terkontaminasi logam kromium.

Kondisi lingkungan yang tercemar logam kromium biasanya tidak menurunkan minat masyarakat memanfaatkan lingkungan tersebut untuk menanam tanaman pangan. Hal ini akan berdampak pada kualitas dari tanaman pangan yang dihasilkan. Oleh karena banyak media tanam baik tanah maupun air yang terkontaminasi kromium, diperlukan suatu metode yang dapat mengurangi dampak logam berat tersebut terhadap tanaman pangan. Berdasarkan teori Hard Soft Acid Base (HSAB) yang dikemukakan oleh Pearson, Cr<sup>3+</sup> memiliki sifat yang sama dengan Mg<sup>2+</sup>. Cr<sup>3+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> merupakan suatu asam keras yang cenderung akan membentuk senyawa dengan basa keras (Housecroft dan Sharpe, 2005). Oleh karena sifat yang sama sehingga ada kemungkinan dengan meningkatkan kadar Mg<sup>2+</sup> pada media tanam dapat mencegah penyerapan logam  $Cr^{3+}$ 

lingkungan sekitar tanaman tersebut tumbuh.

Panda dan Choudhury (2005) menyatakan bahwa kromium dapat memicu stres oksidatif yang menyebabkan degradasi pigmen fotosintesis seperti klorofil a dan klorofil b sehingga menghambat proses pertumbuhan. Logam kromium dapat mempengaruhi perkecambahan, pertumbuhan dan indeks vigor bibit kandungan klorofil Hibiscus esculentus (Amin et. al. 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Paiva et. al. (2009) menunjukkan bahwa klorofil a lebih sensitif terhadap Cr dibandingkan dengan klorofil b.

Penerapan perlakuan dengan mengatur kadar magnesium pada tanam diharapkan dapat meningkatkan kompetisi penyerapan  $Mg^{2+}$ melalui akar tanaman dibandingkan dengan logam berat kromium. Peluang terserapnya Mg<sup>2+</sup> dapat terlihat dari kadar klorofil sehingga pengaruh penerapan perlakuan dengan magnesium ini dapat diamati dari kadar klorofil pada tanaman. Selain itu klorofil berkaitan dengan proses metabolisme pembentukan zat gizi pada tanaman kangkung, sehingga pada penelitian ini akan diamati kadar protein, vitamin A dan vitamin C pada tanaman kangkung.

#### **METODE**

## 1. Alat dan Bahan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah ember percobaan, alat gelas dan spektrofotometer visible. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, bahan media Hoagland: Ca(NO<sub>3</sub>)2.4H<sub>2</sub>O, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O, feri-tartart, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>. 5H<sub>2</sub>O,

H<sub>2</sub>Mo<sub>4</sub>. 4H<sub>2</sub>O dan bahan-bahan penguii lainnya.

## 2. Aklimatisasi Kangkung

Kangkung liar dipotong-potong ± 15 cm kemudian ditimbang sebanyak 100 gram untuk setiap perlakuan. Aklimatisasi kangkung dilakukan selama 3 hari di dalam ember percobaan dengan menggunakan air sumur bor.

## 3. Eksperimen

Perlakuan pada eksperimen ini adalah dengan mengkombinasikan media tercemar logam Cr 1 ppm (A1) dan media tercemar logam Cr 3 ppm (A2) dengan pengaturan kadar Mg 0,4 g/L (X1); 0.6 g/L (X2); dan 0.8 g/L (X3).Kangkung yang telah diaklimatisasi ditanam pada media A1X1; A2X1; A1X2; A2X2; A1X3; dan A2X3 dengan 2 kali pengulangan. Kangkung yang telah diaklimatisasi ditanam dengan media Hoagland dengan pengaturan kadar magnesium media tercemar kromium. Penanaman dilakukan selama 9 hari.

#### 4. Pengukuran Kadar Kromium

Sampel padat didestruksi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 M sebanyak 50 mL. Kemudian sampel direaksikan dengan reagen pengompleks diphenylcarbazide sehingga membentuk kompleks berwarna violet yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 365 nm dengan spektrofotometer visible.

## 5. Pengukuran Kadar Magnesium

Sampel didestruksi kering dengan furnace, kemudian dilarutkan dengan HCl 1 M 10 mL. Sampel tersebut kemudian direaksikan dengan reagen pengompleks solochrome black sehingga membentuk kompleks melalui berwarna merah pengkondisian pH larutan dengan buffer pH 10. Kompleks merah tersebut diukur absorbansimya pada

panjang gelombang 520 nm dengan spektrofotometer visible.

## 6. Pengukuran Kadar Klorofil

Sampel dihaluskan kemudian dilarutkan dengan aseton, lalu larutan disaring. Filtrat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 663 dan 645 dengan spektrofotometer visible.

## 7. Pengukuran Kadar Vitamin C

Sampel padat dihaluskan kemudian dilarutkan dalam akuades. Larutan sampel direaksikan dengan reagen HPO<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>COOH. Sampel dititrasi dengan larutan dikrofenolindofenol-NaHCO<sub>3</sub> sampai terjadi perubahan warna menjadi merah.

## 8. Pengaturan Kadar Vitamin A

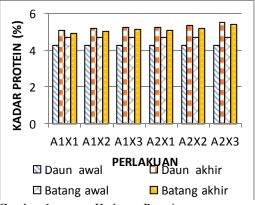
Sampel diekstrak dengan petroleum eter:aseton (1:1). Ekstrak eter-karoten dipisahkan dalam kolom kromatografi yang berisi alumina, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Eluat hasil pemisahan yang beta-karoten mengandung diukur absorbansinya pada panjang gelombang 450 dengan nm spektrofotometer visible.

#### 9. Pengaturan Kadar Protein

Langkah penentuan protein dengan menggunakan metode semi micro kjeldahl. Sampel didestruksi dengan menggunakan campuran Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HgO dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai larutan jernih kemudian dilanjutkan dengan pendidihan 30 menit. Setelah didestilasi itu larutan dengan menambahkan NaOH dan kemudian destilat ditampung dalam larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4 %. Larutan destilat dititrasi dengan HCl 0,02 N menggunakan indikator metil merah.

#### HASIL.

Eksperimen penanaman kangkung dilakukan selama 9 hari, untuk mengetahui pengaruh pengaturan Magnesium pada media tanam tercemar kromium. Setelah 9 hari proses penanaman dilakukan pengambilan sampel untuk mengetahui proses akumulasi logam kromium dan pengaruhnya terhadap kadar protein, vitamin A dan vitamin C pada organ tanaman kangkung. Berdasarkan hasil pengamatan dari ekperimen tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Kadar Protein tanaman kangkung berdasarkan pengaturan Magnesium pada media tercemar kromium

Tabel 1. Analisis Statistik pengaruh pengaturan Kadar Magnesium pada media tanam tercemar Cr terhadap kadar protein

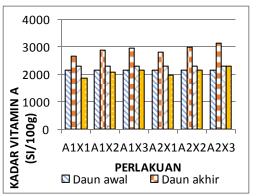
	N o	Signifikansi Hasil Analisis						V
		X1 Kadar Cr		X2 Kadar Mg		X1.X2 Kadar Cr dan Mg		Kadar Protein
	1	0,00	s	0,00	s	0,02 1	s	Batang
	2	0,00	s	0,00	s	0,02 0	s	Daun

Ket: s = signifikan; ns = tidak signifikan

Pengaturan kadar magnesium media tanam pada logam kromium terce mar mempengaruhi kadar protein pada batang maupun daun tanaman kangkung. Hal ini dapat dibuktikan melalui hasil analisis dengan ANOVA dua jalur bahwa baik secara parsial maupun bersama-sama (interaksi) cemaran kromium dan pengaturan kadar magnesium pada media tanaman kangkung berpengaruh nyata terhadap kadar protein pada batang dan daun, dengan nilai signifikansi < 0,05. Berdasarkan

analisis statistika pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa 1) kontaminasi logam Cr pada media tanam berpengaruh terhadap kadar protein pada batang dan daun tanaman kangkung; 2) pengaturan magnesium pada media tanam kangkung berpengaruh terhadap kadar protein pada batang dan daun tanaman kangkung; 3) interaksi kontaminasi logam Cr dan pengaturan magnesium pada media tanam berpengaruh nyata terhadap kadar protein.

Besarnya peningkatan kadar protein pada daun kangkung lebih besar daripada peningkatan kadar protein pada batang kangkung. Terjadi peningkatan kadar protein pada akhir perlakuan lebih dari 5% unutuk protein pada batang dan daun kecuali pada pengaturan magnesium 0,4 g/L dengan cemaran kromium 1 ppm. Peningkatan protein pada akhir perlakuan di bagian daun kangkung lebih besar dibandingkan peningkatan protein pada batang.



Gambar 2. Kadar vitamin A tanaman kangkung berdasarkan pengaturan Magnesium pada media tercemar kromium

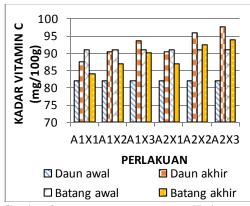
Tabel 2. Analisis statistik pengaruh pengaturan kadar magnesium pada media tanam terce mar Cr terhadap kadar vita min A

tunum teree mar er termueup maeur (mammi r									
		Y							
N	X1	X2		X1.X2 Kadar Cr dan Mg		Kadar			
0	Kadar Cr	Kada	r			vitamin			
	Kauai Ci	Mg				A			
1	0,001	0,00		0,301		Daun			
2	0,001	0,00		0,260		Batang			

Ket : s = signifikan; ns = tidak signifikan

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui terjadi peningkatan kadar vitamin A pada akhir perlakuan di bagian daun kangkung, sedangkan kangkung pada batang terjadi penurunan kadar vitamin A pada akhir perlakuan. Pengaturan kadar magnesium pada media tanam tercemar kromium 1 ppm maupun 3 meningkatkan ppm dapat kadar vitamin A pada daun kangkung dan mencegah penurunan kadar vitamin A di akhir perlakuan pada batang kangkung. Perlakuan paling baik terjadi pada pengaturan magnesium 8 g/L pada cemaran kromium 3 ppm pada media tanam. Pada kondisi tersebut, peningkatan kadar protein pada daun kangkung paling tinggi dan kadar protein pada batang kangkung tidak mengalami penurunan.

Berdasarkan analisis statistika pada Tabel 2., dapat diketahui bahwa 1) kontaminasi logam Cr pada media tanam berpengaruh terhadap kadar vitamin A pada batang dan daun tanaman kangkung; 2) pengaturan magnesium media pada tanam kangkung berpengaruh terhadap kadar vitamin A pada batang dan daun tanaman kangkung: 3) interaksi kontaminasi logam Cr dan pengaturan magnesium pada media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin A.



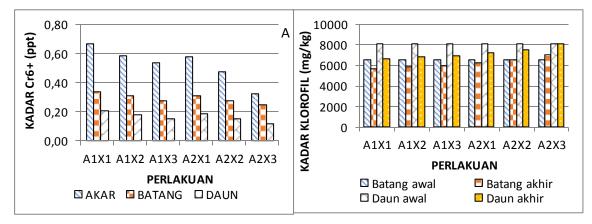
Gambar 3. Kadar Vitamin C tanaman kangkung berdasarkan pengaturan Magnesium pada media tercemar kromiu m

Tabel 3. Analisis statistik pengaruh pengaturan kadar magnesium pada media tanam tercemar Cr terhadap kadar vitamin C

	Signifikansi Hasil Analisis						V
N o	X1 Kadar Cr		X2 Kadar Mg		X1.X 2 Kadar Cr dan Mg		Kadar vitamin C
1	0,001		0,000		0,403		Daun
2	0,001		0,000		0,391		Batang

Berdasarkan analisis statistika pada Tabel 3., dapat diketahui bahwa 1) kontaminasi logam Cr pada media berpengaruh terhadap kadar vitamin C pada batang dan daun tanaman kangkung; 2) pengaturan magnesium pada media tanam kangkung berpengaruh terhadap kadar vitamin C pada batang dan daun tanaman kangkung; 3) interaksi kontaminasi logam Cr dan pengaturan magnesium pada media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C.

Seperti halnya kadar vitamin A, kadar vitamin C pada bagian tanaman kangkung juga dapat dipertahankan dan cenderung meningkat dengan pengaturan kadar magnesium pada media tercemar kromium. Peningkatan kadar vitamin C pada bagian daun tanaman kangkung lebih besar dibandingkan pada bagian batang kangkung pada akhir perlakuan. Kadar vitamin C pada akhir eksperimen pada semua perlakuan mengalami peningkatan. Berdasarkan Gambar dapat diketahui bahwa pengaturan pada magnesium media tanam terce mar kromium dapat meningkatkan kadar vitamin C pada Sedangkan daun. pada batang pengaturan kadar magnesium dapat mempertahankan kadar vitamin pada akhir perlakuan. cemaran logam kromium 3 ppm (A2) dengan pengaturan magnesium sebesar 0,6 g/L (X2) dan 0,8 g/L (X3) cenderung mengalami peningkatan kadar vitamin C pada batang kangkung.



Gambar 4. Kadar kromium (A) dan klorofil (B) pada bagian tanaman kangkung berdasarkan pengaturan Magnesium pada media tercemar kromium

В

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Gambar 4. dapat diketahui bahwa akumulasi kadar kromium berurutan dari paling besar adalah pada bagian akar, selanjutnya batang dan paling rendah adalah pada daun. Hal ini sesuai dengan konsep transport nutrisi makanan dari akar menuju batang kemudian ke bagian daun untuk dapat diolah pada proses fotosintesis. Berdasarkan Gambar 4 tersebut dapat diketahui bahwa pengaturan magnesium berpengaruh terhadap akumulasi logam kromium pada akar, batang dan daun. Semakin besar kadar magnesium pada media tanam maka makin rendah penyerapan logam kromium melalui akar. Selain itu pengaturan kadar magnesium pada media tercemar kromium dapat menghambat penurunan kadar klorofil tanaman kangkung. Semakin besar kadar magnesium pada media tanam tercemar logam kromium semakin dapat mencegah penurunan kadar klorofil pada bagian batang maupun daun tanaman kangkung.

#### **PEMBAHASAN**

Peningkatan kadar magnesium pada media tanam tercemar logam kromium, dapat mencegah penurunan kadar klorofil pada bagian batang maupun daun tanaman kangkung di akhir eksperimen. Pada media tanam tercemar kromium 3 ppm (A2), magnesium pengaturan sangat berperan dalam pencegahan penurunan kadar klorofil. Terbukti pada pengaturan magnesium paling (X3 = 0,8 g/L) dapat mempertahankan kadar klorofil pada daun dan terjadi peningkatan kadar klorofil pada batang. Hal ini sangat berbeda dengan perlakuan yang lain dimana pada akhir eksperimen hampir

seluruh perlakuan mengalami penurunan kadar klorofil.

Pada kondisi yang normal, kadar klorofil pada batang dan daun semakin lama akan semakin meningkat, seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Widowati al.(2016).Penelitian et. dilakukan Widowati menunjukkan adanya peningkatan kadar klorofil yang diukur setiap 5 hari sekali, walaupun pada media tanam tersebut dicemari oleh logam Cr sebesar 4 ppm. Sedangkan pada penelitian ini terjadi penurunan kadar klorofil pada akhir eksperimen. Akan tetapi dengan kadar magnesium yang semakin besar (variabel X) maka dapat mencegah penurunan kadar klorofil pada batang dan tanaman kangkung atau setidaknya dapat mempertahankan kadar klorofil. Menurut Shanker et. al. (2005), adanya kromium dapat menyebabkan inaktivasi enzim yang terlibat dalam proses biosintesis klorofil sehingga akan menurunkan kadar klorofil pada tanaman. Penurunan kadar klorofil yang disebabkan adanya kromium dapat disebabkan karena destabilisasi dan degradasi protein pada bagian peripheral.

Penurunan kadar klorofil pada penelitian ini juga dapat disebabkan karena terjadi kompetisi penyerapan logam kromium dan logam Logam magnesium. magnesium merupakan salah satu mineral yang dibutuhkan untuk biosintesis klorofil selain Fe dan N. Keberadaan logam kromium di media tanam menyebabkan berkurangnya penyerapan magnesium oleh akar. Pengaturan magnesium melalui peningkatan kadarnya pada penelitian ini berdampak positif terhadap kadar klorofil pada batang dan daun.

Peningkatan kadar magnesium akan meningkatkan kemungkinan magnesium untuk dapat diserap oleh akan dibandingkan logam kromium. Hal ini dapat ditunjukkan dengan kemampuan kangkung untuk mempertahankan kadar klorofil pada batang dan daun.

Keberadaan kromium media tanam yang mempengaruhi kadar klorofil pada batang dan daun akan berdampak pada terganggunya metabolisme sel pada kangkung. Terganggunya metabolisme sel akan berdampak pada zat gizi pada tanaman kangkung, seperti protein, vitamin A dan vitamin C. Protein merupakan salah satu zat gizi yang dihasilkan selama proses metabolisme sel. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa kadar protein di batang pada awal eksperimen lebih besar dari kadar protein di daun. Akan tetapi pada akhir eksperimen kadar protein di daun lebih besar dibandingkan dengan kadar protein di batang. Hal ini berkaitan dengan akumulasi logam kromiun pada bagian tanaman (Gambar 4.A). Akumulasi kromium di batang lebih besar dibandingkan dengan akumulasi logam di daun. Hal ini terkait dengan proses transport nutrisi dari akar menuju batang dan kemudian ke Logam kromium biasanya daun. terserap oleh akar bersama-sama dengan penyerapan nutrisi, sehingga menyebabkan urutan besar akumulasi logam kromium adalah di akar > di batang > di daun.

Besarnya kadar logam kromium di batang dibandingkan dengan kadar logam kromiun di daun menyebabkan kadar protein di batang pada akhir eksperimen lebih rendah dibandingkan kadar protein di daun. Menurut Vajpayee *et. al.* (2000), keberadaan kromium pada media

meningkatkan tanam dapat pembentukan asam δ-aminolevulinik (ALA) dan reduksi aktivitas asam  $\delta$ aminolevulinik dehidratase (ALAD), nitrat reduktase (NR), total klorofil dan kadar protein. Hal ini terkait pada logam berat yang menyebabkan protein terdenaturasi. Oleh karena itu. besarnya peningkatan kadar protein dipengaruhi oleh besarnya peningkatan kadar enzim sebagai sistem antioksidan pada kangkung dengan proses denaturasi protein pada bagian tanaman tersebut. Kadar penelitian penelitian ini pada mengalami peningkatan. Pengaturan magnesium pada media tanam terce mar kromium dapat memperbesar peningkatan kadar protein pada batang dan daun kangkung. Semakin besar kadar magnesium pada media tanam terce mar kromium maka kadar protein pada bagian daun dan batang tanaman kangkung semakin besar peningkatannya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rocchetta dan Kupper (2009)tentang analisis logam kromium dan tembaga dalam menghambat fotosintesis pada Euglena gracilis, menunjukkan bahwa malfungsi dari proses fotosintesis yang disebabkan oleh adanya kromium dan tembaga dapat meningkatkan produksi spesi ROS Oxygen Species), (Reactive dan memicu kemudian degradasi seiumlah karotenoid. Karotenoid merupakan pigmen warna vang terdapat pada kloroplas. Karotenoid ini merupakan jenis provitamin A yang dapat diaktifkan oleh tubuh menjadi vitamin A. Penurunan kadar vitamin A juga terjadi pada penelitian ini. Akumulasi kromium pada batang tanaman kangkung yang lebih besar

dari bagian daun, menyebabkan penurunan kadar vitamin A terjadi pada bagian batang. Akan tetapi pada pengaturan kadar magnesium 0,8 g/L pada cemaran 3 ppm dapat mempertahankan kadar vitamin A pada batang. Sedangkan pada daun tanaman kangkung, tidak terjadi kadar vitamin penurunan Pengaturan kadar magnesium pada media tanam dapat meningkatkan kadar vitamin A pada daun kangkung.

Sama halnya dengan vitamin A, vitamin C merupakan zat antioksidan yang dapat menangkal produksi ROS akibat keberadaan logam berat seperti kromium. Kadar vitamin C pada kangkung mengalami batang penurunan pada akhir eksperimen, akan tetapi dengan pengaturan kadar magnesium pada media kromium tercemar dapat mempertahankan kadarnya dan cenderung meningkat pada perlakuan A2X2 (kadar kromium 3 ppm dan magnesium 6 g/L) dan A2X3 (kadar kromium 3 ppm dan magnesium 8 g/L). Hal ini menunjukkan kaitan antara besarnya kemungkinan magnesium terserap oleh akar tanaman kangkung dibandingkan kromium sehingga proses biosintesis tidak terganggu. klorofil Tidak terganggunya biosintesis klorofil meningkatkan dapat kemampuan tanaman kangkung dalam merespon stress vang ditimbulkan dengan keberadaan kromium sehingga menghasilkan lebih banyak zat antioksidan untuk menangkal produksi ROS. Respon dari pembentukan zat antioksidan oleh tanaman kangkung dapat mempertahankan tanaman tersebut dari cekaman logam kromium pada media tanamnya.

Berdasarkan pengamatan morfologi pertumbuhan tanaman

kangkung pada media tercemar kromium. dapat diketahui bahwa keberadaan logam kromium berpengaruh terhadap morfologi batang dan daun kangkung. Semakin rendah kadar magnesium pada media semakin banvak tanam batang layu kemudian kangkung yang membusuk. Sedangkan bagian daun dari tanaman kangkung yang lebih rendah kadar magnesiumnya lebih banyak yang mengalami klorosis. Menurut Shanker et. al. (2005), logam kromium yang terakumulasi pada tanaman kangkung menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar dan kemudian berpengaruh terhadap penyerapan nutrisi dan air oleh akar. Proses tersebut secara langsung berakibat pada terganggunya metabolisme sel batang sehingga mengurangi tinggi tanaman. Sama halnya dengan sel batang, akumulasi kromium juga menyebabkan terganggunya metabolism sehingga sel daun biomassa daun berkurang.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaturan kadar magnesium pada media tanam tercemar kromium berpengaruh terhadap kadar protein, vitamin A dan vitamin C. Interaksi faktor pengaturan magnesium dan variasi cemaran kromium berpengaruh terhadap protein tetapi tidak berpengaruh terhadap vitamin A dan vitamin C.

#### **SARAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka perlu disarankan untuk mengetahui kerusakan tingkat sel dari tanaman kangkung yang telah tercemar kromium setelah pengaturan magnesium.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- Amin, H., B. A. Arain, F. Amin dan M. Α. Surhio. 2013. Phytotoxicity of Chromium on Germination, Growth Biochemical Attributes ofHibiscus esculentus L. American Journal of Plant Science. 4:2431-2439.
- Housecroft, C.E. dan A. G. Sharpe. 2005. *Inorganic Chemistry* Second Edition. Pearson Education Limited, 187-188.
- Paiva, L. B., J. G. de Oliveira, R. A. Azevedo, D. R. Ribeiro, M. G. da Siva dan A. P. Vitoria. 2009. Ecophysiological Responses of Water Hyacinth Exposed to Cr<sup>3+</sup> and Cr<sup>6+</sup>. Environmental and Experimental Botany. 65:403-409.
- Panda, S.K. dan S. Choudhury. 2005. Chromium Stress in Plant. Braz. J. Plant Physiol. 17(1):95-102
- Rocchetta, I dan H Kupper. 2009. Chromium and Copper-Inhibition induced of Photosynthesis in Euglena on The gracilis Analysed Single-cell Level b y Fluorecence Kinetic Microscopy. Journal compilation New Phytologist. 182:405-420.
- Shanker, A. K., C. Cervantes, H. Loza-Tavera, S. Avudainayagam. 2005. Chromium Toxicity in Plants. *Environment International.* 31:739-753.
- Vajpayee, P.; R. D. Tripathi; U. N. Rai; M.B. Ali; dan S. N. Singh. 2000. Chromium (VI) Accumulation Reduces Chlorophyll Biosynthesis, Nitrate Reductase Activity and

- Protein Content in *Nymphaea* alba L. Chemosphere 41; 1075-1082.
- Widowati, H.; K. Sari; dan W. S. Sulistiani. 2016. The management of vegetable cultivation to protect the consumer from heavy metal pollution. *Scientific Journal of PPI-UKM* 3(4): 2356-2536.